

INTRODUCCIÓN

La amplificación de los amplificadores, tanto en los procesos industriales como ejemplos de la vida cotidiana, es bastante frecuente.

Allí donde haya que desarrollar un determinado nivel de energía, guiado mediante un nivel de energía reducida, o bien sea preciso recoger una señal débil y crear a partir de esta otra señal de potencia elevada y que siga proporcionalmente en todas sus variaciones a la débil señal de entrada, será necesario aplicar un tipo u otro de amplificador.

A veces no es necesario que esa señal sea ampliada, sino que únicamente deseamos que se transmita a la siguiente etapa del proceso con el menor nivel de pérdidas posible. En este caso, es necesario adaptar esa señal de forma que sea transmitida a la siguiente etapa la máxima potencia posible.

Esta última es una de las características de los amplificadores, por lo que consideramos que los adaptadores de señal de salida es del mismo nivel que la de entrada, es decir, los adaptadores no aportan ganancia de señal.

1. AMPLIACIÓN Y ADAPTACIÓN DE SEÑALES EN LOS CIRCUITOS DE CONTROL.

Empleamos genéricamente el termino de amplificación para describir el fenómeno que consiste en, a partir de un fuente de potencia constante, obtener una señal de potencia cuyas variaciones sean proporcionales a las variaciones de una débil señal de entrada independiente de la fuente de potencia.

En un amplificador intervienen, por lo tanto, dos magnitudes o señales de entrada para obtener una en la salida. La señal de la fuente (P) aporta el nivel de potencia deseado, mientras que la señal de entrada (e) modula a la señal P de forma que en la salida obtenemos una señal proporcional a e, pero de una potencia bastante más elevada.

Una de las características fundamentales de un amplificador es la condición de que no se debe obtener ninguna señal de salida S, si no hay presente ninguna señal de entrada (señal OFFSET). Esto significa que si la señal de entrada se anula, no debe existir ninguna derivación desde la fuente P hasta la salida, siendo por tanto, nulo el valor de esta.

Otra característica general muy importante es la de que la transmisión de la señal de entrada a la salida se produzca de la forma mas correcta, con la mayor precisión y las menores perdidas posibles. Esta función de adaptación entre etapas, con el objeto de que se transmita la mayor señal posible, es el contenido principal de los elementos adaptadores. Estos reciben la señal de un elemento y, sin aportar ninguna potencia exterior, la envían a otro elemento y, sin aportar ninguna potencia exterior, la envían a otro elemento, consiguiendo transmitir la mayor señal posible.

Estos amplificadores les podemos clasificar en:

- Estáticos:
 - Magnéticos.
 - Electrónicos.
- Giratorios:
 - Amplificadores de etapa.
 - Amplidina.
- Neumohidraulicos.

La ganancia G, que es la relación que existe entre la señal de salida y la señal de entrada. Indicando de ahí su nombre la ganancia proporcional de salida con respecto de la entrada:

$$G = s/e \quad s = e \cdot G$$

Por otra parte tenemos las impedancias de entrada y de salida del amplificador. Estas deben ser tales, que la entrada del amplificador absorba la mayor cantidad posible de la magnitud que se va amplificar que sea enviada por el dispositivo que suministre la señal y la salida del amplificador suministre a la siguiente etapa o elemento conectado a el, también la mayor cantidad posible de dicha magnitud.

2. ADAPTADORES DE SEÑAL.

La adaptación entre etapas en una cadena de amplificación o en una cadena de control se puede realizar con elementos estáticos como transformadores o amplificadores de ganancia unidad, con disposiciones que dependen de la magnitud que se desee transmitir.

En el caso que se desee transmitir una potencia eléctrica, la impedancia de entrada del dispositivo adaptador a de ser el mismo valor que la salida de la etapa anterior, y la impedancia de salida del adaptador será también igual a la impedancia de entrada de la etapa siguiente.

Una de las formas más típicas de adaptadores estáticos de señales eléctricas es el transformador. Cuando el bobinado Z1 es sometido a una señal eléctrica alterna, en el bobinado Z2 aparece también otra señal eléctrica y alterna en virtud de la f.e.m inducida generada por el flujo común que recorre el núcleo. Se puede llegar a demostrar que las impedancias de entrada y de salida de este transformador están relacionadas del siguiente modo:

$$\frac{Z_e}{Z_s} = m^2$$

Donde m es la relación de transformación o relación de espiras de bobinado primario o de entrada (N1) y las de bobinado secundario o de salida (N2).

$$m = \frac{N_1}{N_2}$$

3. AMPLIFICADORES ESTÁTICOS.

Dentro de los amplificadores estadísticos nos podemos encontrar dos tipos:

- Amplificadores magnéticos.
- Amplificadores electrónicos.

3.1 Amplificadores magnéticos.

El principio del amplificador magnético se da en el fundamento de la reactancia saturable, cuyo coeficiente de inducción L, o bien la reactancia X_L , puede ser alterada variando, mediante una corriente continua de control, la saturación magnética de su núcleo.

Está constituido como un transformador con dos arrollamientos. Uno de c.c y otro de c.a. El circuito de c.c posee un elevado número de espiras, con lo que bastará una pequeña corriente en este devanado para saturar el núcleo magnético y, por tanto, aumentar considerablemente la reactancia de la bobina de c.a. Esta está separada en dos bobinados, de forma que sus campos magnéticos se anulen en la columna central con el objeto de que el circuito de c.a no influya en el de c.c.

Con todo ello observamos que una pequeña corriente en la bobina de c.c puede condicionar el paso de la corriente alterna por el circuito en el que este integrado ese bobinado. La reactancia de este arrollamiento es máxima cuando hay ausencia de c.c en el arrollamiento central y es mínima cuando circula la suficiente corriente continua para que sature el núcleo.

Los amplificadores magnéticos son resistentes al maltrato, fiables, de buen rendimiento y de gran duración. Se han empleado extensamente en aplicaciones de potencia media. Sus principales desventajas respecto a los amplificadores electrónicos son el peso, el tamaño y el tiempo muerto de respuesta.

3.2 Amplificadores electrónicos.

A) Amplificadores y transmisores.

Par los circuitos de control de baja potencia (como los que se emplean para servomotores de c.a) se emplean comúnmente los amplificadores a contrafase (push-pull). El transistor Q1 trabaja como inversor de fase y proporciona la señal a contrafase para la salida a través del transformador T1. La salida a contrafase comprende los transistores Q2 y Q3. Los transistores se hacen trabajar en clase AB para

mejorar el rendimiento. La polarización directa para reducir la distorsión por intermodulación se obtiene a través de las resistencias R4 y R5. El condensador C3 y el devanado de control del motor forman un circuito resonante para la frecuencia de trabajo. Esta disposición mejora el factor de potencia y elimina los ruidos que no sean de frecuencia igual a la de trabajo.

El circuito de la fig es un amplificador de potencia convencional empleado para suministrar una salida de c.c. en aplicaciones de poca potencia. El transmisor Q1 es el alimentador de la etapa de salida. La salida consta de los transistores Q2 y Q3 conectados por el colector común. El transmisor Q2 es del tipo PNP con características similares. El circuito emplea la simetría complementaria para suministrar una contrafase de una sola entrada. El transistor NPN conduce cuando la salida de Q es negativa. La tensión de salida se obtiene entre el punto de emisión de los emisores y masa. La resistencia R2 suministra una ligera polarización positiva para un funcionamiento clase AB.

La fig. muestra un amplificador de potencia tipo puente capaz de alimentar cargas de c.c de niveles de potencia elevados con un buen rendimiento. Este circuito tiene la ventaja de necesitar una alimentación de tensión, de potencia elevada, pero de polaridad única.

Los transistores Q1 y Q2 son seguidores de emisor y conducen uno u otro independientemente de la polaridad de la señal de entrada. Los transistores Q3 y Q4 trabajan como conmutadores de emisor común y permiten el retorno por masa de la intensidad de la carga. Un circuito de este tipo puede suministrar más de 10 A de corriente de carga.

Aunque la operación en clase AB de un amplificador es casi la ideal, la forma de trabajo da lugar a unas pérdidas sustanciales de potencia en el amplificador, especialmente con valores bajos de resistencia de carga. Un tipo reciente de amplificador de potencia presenta un elevado rendimiento mediante el empleo de transistores de conmutación para suministrar una potencia de salida proporcional a la señal c.c de la entrada. Este tipo de amplificador emplea normalmente dos transistores de salida. No obstante en contraste con el amplificador clase AB antes descrito, los transistores de salida del amplificador conmutativo quedan controlados por el circuito de gobierno para pasar del estado de conducción completa al de no conducción. La potencia de salida proporcional se consigue con la conmutación de los transistores de acuerdo centrada, de forma que lo que es proporcional a la entrada es el valor medio de salida. En la práctica a frecuencia de conmutación es de 1000 a 25000 Hz. El circuito inducido del motor efectúa el filtrado de manera que la forma de onda de la intensidad de salida queda aislada para las señales de frecuencia de la conmutación.

Con el amplificador a base de transistores de conmutación se consiguen rendimientos excelentes porque los transistores de salida conducen por completo o cierran por completo la conducción. En cualquiera de los estados la disipación de potencia del transmisor es casi nula.

b) Amplificadores operacionales.

La amplificación de tensión en muchos circuitos de control se obtiene mediante circuitos electrónicos muy versátiles denominados amplificadores operacionales.

El circuito contiene un amplificador electrónico con elementos pasivos, de forma que la operación queda prácticamente determinada por dichos elementos pasivos. Los amplificadores operacionales también se emplean en computadores analógicos. Por lo demás, la aplicación de dichos dispositivos se ha extendido mucho actualmente se emplean en instrumentación y aplicaciones de control, incluyendo condicionamientos de señales, filtrado y transformaciones de impedancias.

El amplificador operacional se representa mediante el símbolo de la fig. En dicho símbolo se ve que tiene dos entradas denominadas (-) y (+) y una salida.

La entrada (-) se denomina inversora. Una señal aplicada en esta entrada estará desfasada 180° en el terminal de salida. La entrada (+) se denomina no inversora. Una señal aplicada en esta entrada de la misma fase a la salida.

Los otros terminales marcados con +Vcc y -Vcc son los de alimentación, ya que la mayoría de las operaciones necesitan alimentación simétrica, es decir +Vcc y -Vcc son del mismo valor pero de signo contrario.

Además existen otros tres terminales que, dependiendo del tipo de operacional, pueden utilizarse:

- Para regulación de offset.
- Para compensación en frecuencia.
- Para conectar a masa y efectuar diferentes compensaciones.

Otras características que se han de tener los amplificadores operacionales son:

- Alta impedancia de entrada.
- Baja impedancia de salida.
- Banda de frecuencias de paso muy ancha, partiendo de la frecuencia nula.
- Ganancia de tensión muy elevada.

4. AMPLIFICADORES ROTATIVOS.

Para aplicaciones de mucha potencia, los amplificadores rotativos pueden dar una amplificación de potencia adecuada.

Clasificaremos y definiremos los amplificadores rotativos como aquellos dispositivos amplificadores en los que la fuente de potencia es suministrada de forma mecánica a través del eje motor. Sobre esta afirmación podemos establecer como amplificadores rotativos a los generadores de corriente continua con excitación independiente.

La entrada de señal sería la aplicada al bobinado de excitación; la señal saldría amplificada por el bobinado inducido. En este caso la fuente de potencia constante sería un motor acoplado a su eje. Esta disposición sin embargo, y debido a su característico modo de funcionamiento, no podría considerarse estrictamente un amplificador.

4.1 Generador Rosenberg.

Se le denomina también generador de campo transversal y proporciona corriente de carga constante, cualquiera que sea la velocidad de la máquina. Asimismo, se consiguen mayores ganancias al implicarse en la máquina del etapas de amplificación.

La dinamo de Rosenberg se ha utilizado fundamentalmente en funciones de control como convertidores de corriente.

4.2 Amplidina.

La amplidina es un generador Rosenberg al que se le ha añadido un bobinado inductor que se conecta en serie al inducido y cuyo flujo se opone al generado por la corriente I_a , mitigando en todo, o en parte el defecto de pérdida de ganancia de la dinamo de Rosenberg.

A costa de esto, la amplidina posee unos coeficientes de ganancia que si dependen de la velocidad, por lo que habrá que tener en cuenta la uniformidad o no de ésta para considerar esas ganancias.

4.3 Metadina.

Es una máquina que permite convertir la tensión constante en una señal de corriente constante; por tanto, cumple una función convertidora. Una metadina no lleva inductor, sino 2 pares de escobillas en el colector decalados entre si 90° .

5. AMPLIFICADORES NEUMOHIDRAULICOS.

Otro tipo de amplificadores utilizados en los circuitos de control son los amplificadores neumohidráulicos. Dichos dispositivos están basados en los fundamentos de la dinámica de fluidos, sometidos en recintos cerrados, normalmente en neumática y en hidráulica.

Si un circuito hidráulico o neumático se alimenta con una única presión, todos los cilindros conectados en este realizan un único esfuerzo constante, que resulta del producto de dicha presión por la superficie activa de la cara del émbolo.

En ocasiones interesa aumentar el esfuerzo que pueden realizar estos cilindros en un determinado punto de su carrera con el objeto de superar una fuente de resistencia. Esto lo podemos conseguir bien con la utilización de dos generadores de presión (uno de baja y otro de alta), o bien, si el caudal que se debe manejar no es muy alto, utilizaremos un amplificador multiplicador de presión, denominado también intensificador o transformador de presión

Si sobre un émbolo de superficie S suministramos un caudal q_1 a una presión p_1 , esta ejercerá una fuerza F :

$$F = P_1 \cdot S$$

Esta fuerza se transmite a la cámara secundaria del dispositivo, actuando sobre este una presión P_2 :

$$P_2 = \frac{F}{S}$$

La relación entre la presión de salida P_2 y la de entrada P_1 es, pues:

$$G_p = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{F}{S}}; \quad G_p = \frac{S}{S}$$

Esta ganancia de presión se produce, sin embargo, sin una ganancia de potencia, con lo que ese aumento de presión se hace a costa de una disminución del caudal desplazado.